

**Family list**

2 family member for:

**JP63029971**

Derived from 1 application.

**1 RADIATION IMAGE PICKUP DEVICE**

Publication info: **JP2697767B2 B2** - 1998-01-14

**JP63029971 A** - 1988-02-08

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## RADIATION IMAGE PICKUP DEVICE

**Patent number:** JP63029971  
**Publication date:** 1988-02-08  
**Inventor:** HATANAKA YOSHINORI; KAWAI TOSHIAKI  
**Applicant:** HAMAMATSU PHOTONICS KK  
**Classification:**  
- **International:** G01T1/24; G01T1/29; G03B42/02; H01L27/14;  
H01L31/00  
- **European:** H01L27/146P  
**Application number:** JP19860173479 19860723  
**Priority number(s):** JP19860173479 19860723

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP63029971

**PURPOSE:** To obtain a radiation detecting device which can be manufactured easily and still having a large area and high sensitivity suitable for detection of radiation images, by forming a radiation absorbing body constituted by a signal generating layer and a signal charge storing layer by means of a semiconductor heterojunction. **CONSTITUTION:** A radiation image pickup device according to the present invention is composed of a photodiode section I for detecting radiation and storing it as signal charge, and of a thin-film transistor section II for reading the stored signal charge. The photodiode section I is formed by an amorphous silicon hydride (a-SiH) layer 1 and a cadmium tellurium (Cd<sub>48</sub>Te<sub>52</sub>) layer 2. When a positive voltage is applied to an electrode 4 and a negative voltage is applied to an electrode 5, a depletion layer is principally extended to the side of the cadmium tellurium layer 2 in this heterojunction. The stored charge is transferred to a signal electrode 12 through a channel under an amorphous silicon nitride (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) layer 10 by applying a positive voltage to a gate electrode 9 of the thin-film transistor section II. In this manner, a uniform film can be formed of a maximum-allowable size in a sputtering chamber.

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A) 昭63-29971

⑬ Int.Cl.  
 H 01 L 27/14  
 G 01 T 1/24  
 1/29  
 H 01 L 31/00  
 // G 03 B 42/02

識別記号	厅内整理番号	⑭ 公開 昭和63年(1988)2月8日
	C-7525-5F E406-2G E406-2G	
	A-6851-5F Z-6715-2H	審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 放射線撮像装置

⑯ 特願 昭61-173479  
 ⑰ 出願 昭61(1986)7月23日

⑱ 発明者 畑中義式 静岡県浜松市広沢1丁目22番6号 合同宿舎5号棟52号室  
 ⑲ 発明者 河合敏昭 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内  
 ⑳ 出願人 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1  
 ㉑ 代理人 弁理士 井ノ口壽

## 明細書

1. 発明の名称 放射線撮像装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 放射線の吸收体である信号の創成層と信号電荷の蓄積層とが半導体異種接合で形成されている光電変換部と、前記異種接合で得られた信号電荷を読み出す薄膜トランジスタ部との対を一体化して1次元または2次元に配列して構成した放射線撮像装置。

(2) 前記信号電荷の創成層は高比抵抗体となる痕元素の化合物半導体である特許請求の範囲第1項記載の放射線撮像装置。

(3) 前記信号電荷の創成層の半導体は高比抵抗体の化合物半導体、カドミュームテルル ( $Cd^{+2}Te^{-2}$ ) またはカドミュームセレン ( $Cd^{+2}Se^{-2}$ ) または亜鉛テルル ( $Zn^{+2}Te^{-2}$ ) である特許請求の範囲第2項記載の放射線撮像装置。

(4) 前記信号電荷の創成層の異種接合を形成する他の半導体は、水素化アモルファスシリコンであ

る特許請求の範囲第1項記載の放射線撮像装置。

(5) 前記薄膜トランジスタはアモルファスシリコンと絶縁物とゲート電極によって信号電荷移動を制御するものである特許請求の範囲第1項記載の放射線撮像装置。

(6) 前記薄膜トランジスタの絶縁物は窒化シリコン (SiN) である特許請求の範囲第1項記載の放射線撮像装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、X線、 $\gamma$ 線等の放射線を、1次元あるいは2次元的に検出する放射線撮像装置に関する。

## (従来の技術)

X線、 $\gamma$ 線等の放射線を検出する装置として、放射線のイオン化現象を利用したガス検出器 (GM管、比例計数管、イオンチャンバー、霧箱等) や蛍光発光現象を利用した検出器 (シンチレーション検出器) が知られている。

半導体粒子を放射線検出にポイントセンサとして

## 特開昭63-29971(2)

使用するには螢光作用によって生じた光をホトセルで検出する法あるいは、Li<sup>+</sup>を活性剤としたSi<sup>-</sup>

GeのPNダイオード構造に逆バイアス電圧を加えた空乏層内の放射線による励起キャリヤを検出する方法がある。

2次元的に検出する技術にはCsIを放射線の吸収体および発光体として利用し、この発光を光電陰極により光電子に変換し加速、収束させて螢光体を発光させるX線イメージインテンシファイアや酸化鉛の放射線に対する光導電性を利用した撮像管がある。

また上述の螢光板によって放射線像を光に変換し、これを位置検出能力のあるCCDやMOS光検出素子あるいは可視光像を読み取る撮像管で検出する方法もとられている。

第7図を参照して放射線(γ線、X線)を螢光板によって光に変換して、放射線の線量率や位置を検出する従来の放射線撮像装置を説明する。

放射線は試料70に吸収されて試料70の放射線透過率に応じた量が螢光体71を輝かす。

このとき直接この像を写真乾板72で撮像することもできる。

ここでは螢光体71の像をレンズ73によって縮小した像をフォーカス面である位置に固体撮像素子74あるいは撮像管75をおいて2次元光像を2次元電気信号に変換し時系列信号として映像信号を得ている。

高解像度を必要とするときには撮像管75を、必要としないときには固体撮像素子74を用いている。

第8図(A)にMOSの画素構造の固体撮像素子の例、同図(B)にその等価回路を示す。

入射光(放射線)がホトダイオード部81で電気信号として変換され貯えられる。

これをゲート部82に信号を加えることによってこの電気信号はゲート下のダイオード部83に移動し、これを信号線に電荷を移動し、φ1、φ2、…によって順次にゲートを駆動し次々に信号を読み出す。

(発明が解決しようとする問題点)

なる。

これらの要請を充たすために、Si材料を用いて種々の実用化実験が行われているが、Siでは放射線に対する信号変換効率が低いという問題がある。

そのため現時点では、大面積で高解像度で高感度の素子は得られていない。

本発明の目的は、放射線像の検出に適した大面積で高い感度をもち、かつ製造が容易である放射線検出装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

前記目的を達成するために、本発明による放射線撮像装置は、放射線の吸収体である信号の創成層と信号電荷の蓄積層とが半導体異種接合で形成されている光電変換部と、前記異種接合で得られた信号電荷を読み出す薄膜トランジスタ部との対を一体化して1次元または2次元に配列して構成されている。

前記信号電荷の創成層は高比抵抗体となる重元素の化合物半導体であり、Cd<sup>+</sup>T<sub>65</sub><sup>2</sup>また

前述した装置のように、放射線を螢光体によって光に変換して後に検出することには、種々の問題がある。

螢光体には各種のものが考案され実用化されている。しかし、発光効率が低いことで感度の問題がある。

また、発光には時間的立ち上がり光減衰が伴うので、これらの特性で時間的応答が遅くなる。

位置情報として発光現象をとらえても発光には光拡散によるぼがりが生じる。

さらに光に変換された像を光学レンズによって縮小して固体撮像素子に結像する。

このため固体撮像素子の分解能と共に、より解像度の上で不満がある。

そのため固体撮像素子に直接放射線を入射させる例もある。

放射線像は、光学的レンズにより倍率を替えるなどの変換ができないために、またあるていどの分解を得るために、放射線像の検出には、試料に対応する充分な大きさをもつ固体撮像素子が必要に

特開昭63-29971(3)

は  $Cd^{+2}Se^{3+}$  または  $Zn^{2+}Te^{5+}$  が適している。

前記信号電荷の蓄積層は、水素化アモルファスシリコンが適している。

前記薄膜トランジスタはアモルファスシリコンと絶縁物とゲート電極によって信号電荷移動を抑制するものである。

#### (実施例)

以下図面等を参照して本発明をさらに詳しく説明する。

第1図は本発明による放射線撮像装置の第1の実施例の断面図、第2図は同底面図、第3図は等価回路である。

この装置は主として、放射線を検出して信号電荷として蓄積するホトダイオード部Ⅰと、蓄積された信号電荷を読み出す薄膜トランジスタ部Ⅱから構成されている。

このホトダイオード部Ⅰは水素化アモルファスシリコン ( $a-Si:H$ ) 層1とカドミュームテルル ( $Cd^{+2}Te^{5+}$ ) 層2から形成されている。

この異種接合ではカドミュームテルル層2が高純度高抵抗率の多結晶の層である。

さらにこの接合に電界を加えるための電極としてN形の水素化アモルファスシリコン層1側には、 $N^+$ の水素化アモルファスシリコン層3を介してモリブデン金属 ( $Mo$ ) の電極4が設けられており、カドミュームテルル層2は窒化シリコン ( $Si_3N_4$ ) 膜6を介して、ガラス基板7上のモリブデン金属 ( $Mo$ ) の電極5に接続されている。

電極4に正、電極5に負を印加すると、この異種接合において空乏層は主としてカドミュームテルル層2側に拡がる。

この状態で放射線 ( $\gamma$ 線、X線) が入射すると電子、正孔対が生成し異種接合によって形成されているコンデンサを放電する。

負電極すなわちガラス板7上に配置された電極5は放射線量に応じて電位が高くなっていく。

これが信号電荷によるものである。

この蓄積電荷は薄膜トランジスタ部Ⅱのゲート電

極9に正電圧を加えるとアモルファス窒化シリコン ( $Si_3N_4$ ) 膜10の下のチャネルを通して信号電極12に伝達される。

第3図は、前記第1の実施例装置の等価回路である。

N形の水素化アモルファスシリコン層1とカドミュームテルル層2で形成されるホトダイオードはそれぞれ蓄積を形成するように分離されて形成される。

正電極4は共通電極として配設されている。

負電極5は蓄積毎に①、②、③、……と配置され薄膜トランジスタ部Ⅱのゲート電極9の対応するゲート電極①、②、③……と対向して配置されている。

薄膜トランジスタ部Ⅱの信号電極12は共通に設けられている。

ゲート電極9へのパルス電圧によって電極5と電極12間のスイッチが、オン・オフさせられる。

第4図は、前記第1の実施例装置の製造過程を示す略図である。

(I) 球形酸ガラスのガラス板7上にモリブデン金属をスパッタ蒸着して電極5①、5②……と信号電極12を形成する。

(II) 高周波スパッタまたは蒸着法によりますP形のカドミュームテルル層2を形成する。このとき薄膜トランジスタ部Ⅱが形成される部分を金属マスクで覆っておく。そしてN形水素化アモルファスシリコン層2および $N^+$ 水素化アモルファスシリコン層3をモノシリコン ( $SiH_4$ ) ガスのグロー放電法により形成する。

そして最後に正の電極4を形成する金属を蒸着する。

(III) 次に前記工程により形成されたにホトダイオード部Ⅰを覆っておき前記グロー放電法により水素化アモルファスシリコン層1と、アモルファス窒化シリコン層10を堆積させる。

最後にゲート電極9①、9②、9③……を形成するモリブデン金属を蒸着する。

この後ホーリッティング技術により各蓄積を分離する。

第5図は、前記第1の実施例装置の特性を示すグラフである。

横軸を毎分当りの入射放射線量、縦軸を電極1・2から取り出される信号電流値としてある。

第1図に示した実施例のホトダイオードの電極4・5間にダイオードに逆方向に10, 20, 30Vの各電圧を印加したときの出力電極1・2からの出力電流を示したものである。

この感度は現在実用化されているシリコンを利用したものと比較して感度が5~10倍向上している。第6図は、本発明による放射線撮像装置の第2の実施例を示す断面図である。

先に第1図~第3図に関連して説明した実施例の部分と共に持つ部分には共通の数字を付してある。

ガラス板7の上にホトダイオード部Iの電極5①・5②···を形成し、その上に塗化シリコン層61を形成する。さらにP形のカドミュームテルル層62を形成し、その上にN形の水素化アモルファスシリコン層63を形成する。

水素化アモルファスシリコンはスパッタ法またはグロー放電法により高抵抗膜に形成できる。

放射線検出器では放射線を検出するためには吸収係数の大きいものが最も望ましい。

実施例として示した前記カドミュームテルル層は原子量が大きいもの同志の化合物半導体層であるから吸収係数も大きい。

またカドミュームテルルはIn添加によりN形、Sb添加によりP形にすることができる。

現在実用になっているPbO半導体もCdTeに匹敵するX線T線の吸収体ではあるが、PbOは空気によって著しい変化を受け炭酸塩、水素化物に変わり半導体としての性質を損なう点で問題になる。

前述したようにCd<sup>4+</sup>Se<sup>2-</sup>またはZn<sup>2+</sup>Te<sup>2-</sup>層も前記カドミュームテルル層と同様に原子量が大きいもの同志の化合物半導体層であり信号生成層に適している。

また本発明による放射線撮像装置は、カドミュームテルルと水素化アモルファスシリコンのヘテ

そしてホトダイオード部Iの電極4と薄膜トランジスタ部IIの出力電極1・2を同時に形成する。

その上に塗化シリコン層64を形成して、最後に薄膜トランジスタ部IIのゲート電極9①, 9③, 9④···を形成する。

#### (発明の効果)

以上詳しく説明したように、本発明による放射線撮像装置は、信号電荷の蓄積層と放射線の吸収体である信号の創成層が半導体異種接合で形成されている信号変換部と、前記異種接合で得られた信号電荷を読み出す薄膜トランジスタ部との対を1次元または2次元に配列して構成されている。

本発明によれば、放射線の吸収体である信号の創成層をカドミュームテルルの高周波スパッタ法または蒸着法により高抵抗状態で成膜できる。前述した製造方法によれば、スパッタ装置の真空槽の大きさまで均一な成膜ができ、通常の手法でも6インチはいうにおよばず9インチ径のものまで容易に製作できる。

もちろんこの上に形成される信号電荷の蓄積層

X線によって生じた信号電荷を水素化アモルファスシリコンの薄膜トランジスタによりゲート信号制御で読み出せる。

したがって、信号処理が水素化アモルファスシリコンのゲート(スイッチ)を用いて駆動されるので非常に簡便で増幅器への導入が容易である。

構造が簡単であるので、微細加工技術も回数が少なくできるので精度良くできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による放射線撮像装置の第1の実施例を示す断面図である。

第2図は、前記実施例装置の図である。

第3図は、前記実施例装置の等価回路を示す回路図である。

第4図は、前記第1の実施例装置の製造過程を示す略図である。

第5図は、前記第1の実施例装置の特性を示すグラフである。

第6図は、本発明による放射線撮像装置の第2の実施例を示す断面図である。

特開昭63-29971(5)

第7図は、従来の放射線撮像装置を示す略図である。

第8図は、前記従来の放射線撮像装置に利用されるMOSの面素構造の固体撮像素子の断面図(Ⓐ)とその等価回路図(Ⓑ)である。

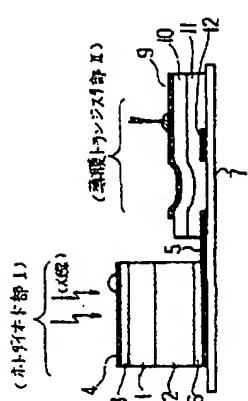
## ホトダイオード部Ⅰ

- 1 … N形の水素化アモルファスシリコン層
- 2 … カドミームテルル層
- 3 … N<sup>+</sup>の水素化アモルファスシリコン層
- 4 … 正電極
- 5①, 5②, 5③ … 電極
- 6 … 窒化シリコン膜
- 7 … ガラス板

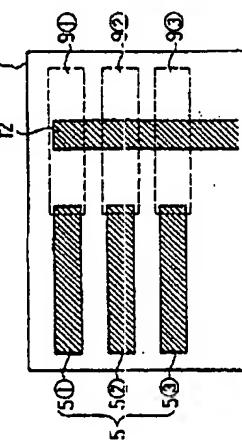
## 薄膜トランジスタ部Ⅱ

- 9①, 9②, 9③ … ゲート電極
- 10 … 窒化シリコン層
- 11 … 水素化アモルファスシリコン層
- 12 … 信号電極

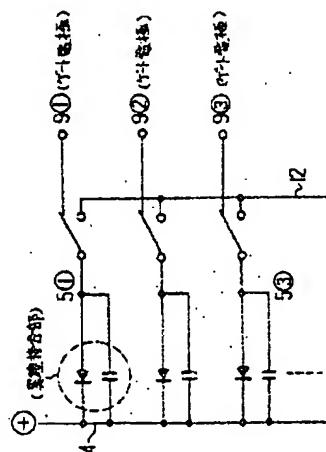
ガ 1 図



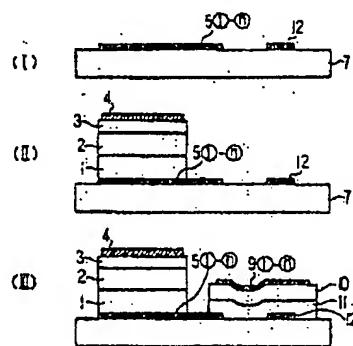
ガ 2 図



ガ 3 図



ガ 4 図



ガ 5 図

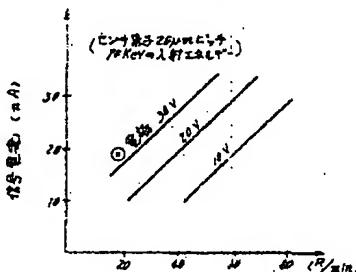


図6 図

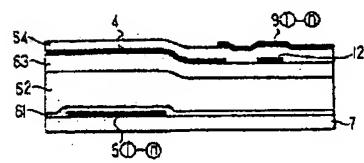


図8 図

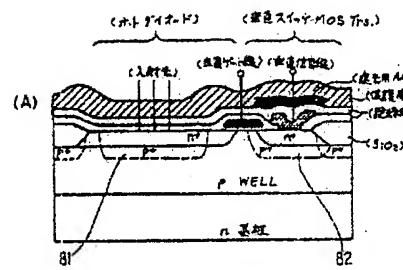
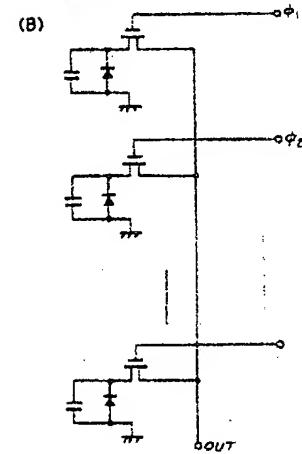
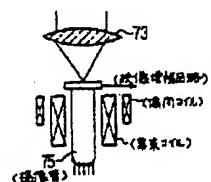
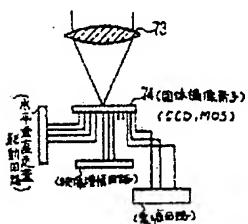
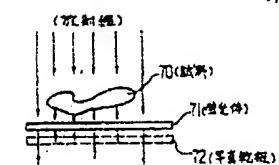


図7 図



BEST AVAILABLE COPY